



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0044543
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 07월 02일
Date of Application JUL 02, 2003

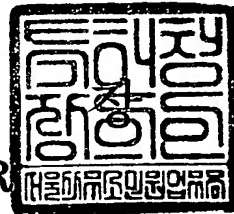
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 11 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0014
【제출일자】	2003.07.02
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	포토레지스트 패턴에의 불소를 포함하지 않는 탄소 함유 폴리머 생성을 위한 플라즈마 전처리를 포함하는 식각 방법
【발명의 영문명칭】	Etching process having plasma pre-treatment for inducing carbon contained fluorine free - polymer on photoresist patterns
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	2003-003437-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	배근희
【성명의 영문표기】	BAI,Keun Hee
【주민등록번호】	730731-1768419
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 970-3 주공아파트 911동 303호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강창진
【성명의 영문표기】	KANG,Chang Jin
【주민등록번호】	610826-1090911

【우편번호】	442-730
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 산나무실미주아파트 652동 1901호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	지경구
【성명의 영문표기】	CHI ,Kyeong Koo
【주민등록번호】	651030-1674032
【우편번호】	135-280
【주소】	서울특별시 강남구 대치동 503번지 개포우성아파트 7동 1103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김명철
【성명의 영문표기】	KIM, Myeong Cheol
【주민등록번호】	680918-1268324
【우편번호】	442-374
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄4동 810-1 현대아파트 105동 1303호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 정상빈 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	7 면 7,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	20 항 749,000 원
【합계】	785,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

포토리지스트 패턴에의 탄소를 함유하는 폴리머(polymer) 생성을 위한 플라즈마 전처리를 포함하는 식각 방법을 제공한다. 본 발명의 일 관점에 의한 식각 방법은 불소 래디컬(radical)을 함유하지 않고 탄소 래디컬을 제공하는 플라즈마를 사용하여 포토리지스트 패턴을 플라즈마 처리한다. 이때, 이러한 플라즈마 처리는 포토리지스트 패턴을 식각 마스크로 사용하는 식각 과정에 앞서 수행된다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

포토레지스트 패턴에의 불소를 포함하지 않는 탄소 함유 폴리머 생성을 위한 플라즈마 전처리를 포함하는 식각 방법{Etching process having plasma pre-treatment for inducing carbon contained fluorine free - polymer on photoresist patterns}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 의한 포토레지스트 패턴에의 불소를 포함하지 않는 탄소(carbon) 함유 폴리머(polymer) 생성을 위한 플라즈마(plasma) 전처리를 포함하는 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 공정 흐름도이다.

도 2 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 의한 포토레지스트 패턴에의 탄소(carbon) 함유 폴리머(polymer) 생성을 위한 플라즈마(plasma) 전처리를 포함하는 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.

도 8a, 8b 및 도 8c는 본 발명의 실시예에 의한 효과를 설명하기 위해서 제시된 주사 전자 현미경 사진들이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<4> 본 발명은 반도체 집적 회로 소자의 식각 방법에 관한 것으로, 특히, 포토레지스트 패턴의 변형(deformation)을 억제하기 위해서 포토레지스트 패턴 표면에 불소를 포함하지 않는 탄

소(carbon) 함유 폴리머(polymer)층을 생성하기 위한 플라즈마 전처리를 식각 대상층을 식각하는 주된 식각 단계 이전에 수행하는 식각 방법에 관한 것이다.

- <5> 반도체 집적 회로 소자에서 요구되는 디자인 룰(design rule)이 90nm 이하로 급격히 감소되고 있다. 이에 따라, 집적 회로가 매우 고집적화되어 회로를 구성하는 미세 패턴을 형성할 때, 매우 깊은 콘택홀(contact hole)을 패터닝하거나 또는 매우 미세한 선폭의 라인(line)을 패터닝하는 것이 요구되고 있다.
- <6> 이러한 패터닝 과정은 선택적인 식각 과정으로 수행되며, 선택적인 식각을 위해서 포토 리소그래피(photo lithography) 과정을 통해 형성되는 포토레지스트 패턴이 식각 마스크(etching mask)로 이용되고 있다. 그런데, 디자인 룰이 90nm급 이하로 진행되며, 포토 리소그래피 과정에서 192nm 파장대의 광을 광원으로 사용하는 것이 요구되고 있다. 이에 따라, 192nm 파장대의 광을 제공하는 광원으로 ArF 광원을 이용하고 있다.
- <7> ArF 광원을 사용하는 포토 리소그래피 과정에 사용될 포토레지스트 물질은 이러한 ArF 광원에 의해 노광 가능하여야 하는 데, 이러한 목적으로 개발된 포토레지스트 물질은 다른 파장대에 사용되는 포토레지스트 물질과 구분하기 위해서 ArF 광원용 포토레지스트 물질로 일반적으로 지칭될 수 있다.
- <8> 그런데, 이러한 ArF 광원용 포토레지스트 물질은 일반적으로 내구성이 이전에 사용되던 KrF 광원용 포토레지스트 물질에 비해 상대적으로 취약한 특성을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 예를 들어, 식각 과정에서 식각 마스크로 이러한 ArF 광원용 포토레지스트 물질이 사용될 경우, 식각 과정 중에, 포토레지스트 패턴이 변형되는 현상, 예컨대, 줄무늬 현상(striation) 또는 구불구불해지는 현상(wiggling)과 같은 포토레지스트 패턴의 변형이 극심하게 발생할 수 있다.



- <9> 이와 같은 마스크로 사용되고 있던 포토레지스트 패턴이 식각 과정 중에 변형되면, 식각 과정에 의해서 형성되는 패턴은 애초 원하던 형상에서 매우 변형된 형상을 가질 수밖에 없게 된다. 즉, 패턴 불량에 극심하게 발생하는 요인으로 포토레지스트 패턴의 변형이 주목되고 있다.
- <10> 이러한 포토레지스트 패턴의 변형에 의한 식각 대상층 패턴의 변형을 극복하기 위해서, 폴리 실리콘(poly crystalline silicon) 또는 실리콘 질화물(Si_3N_4)로 구성되는 하드 마스크(hard mask)가 도입되고 있다. 그런데, 이러한 하드 마스크의 도입은 결국 공정 상 부가적인 추가의 공정 단계들이 더 도입됨을 의미한다. 예를 들어, 하드 마스크 증착 및 식각, 제거, 이에 따른 세정 단계 등의 공정 단계들이 더 추가되는 것을 의미한다. 소자 제조에서 추가 공정의 도입은 결국 생산 단가를 상승시키는 요인이므로, 결국 제품 양산성의 저하를 초래하게 된다.
- <11> 이에 따라, 식각 과정 중에서 ArF 광원용 포토레지스트 패턴이 보다 우수한 내구성을 나타내도록 하는 방법들이 주목되어 연구되고 있다. 예를 들어, 포토레지스트 패턴의 내성 강화를 위해서 자외선(UV)을 조사하거나 또는 포토레지스트 패턴 상에 실리콘을 증착하는 방법 등이 보고되고 있다.
- <12> 그러나, 자외선을 조사하는 방법은 자외선 조사에 의해서 포토레지스트 패턴이 수축(shrink)되는 원하는 않는 현상이 수반되고, 또한, 자외선 조사를 위한 별도의 설비가 구축되어야 하는 단점이 있다. 또한, 실리콘 증착의 경우 증착된 실리콘의 영향으로 식각 과정 후에 포토레지스트 패턴을 애싱(ashing)할 때 어려움이 수반되는 단점이 있다.



<13> 이러한 방법들 이외에도, 미국 특허 제6,326,307 B1호("Lindley" 등에 의한 "Plasma pretreatment of photoresist in an oxide etch process", 2001년 12월 4일 등록)에 제시된 바와 같이 아르곤 플라즈마의 스퍼터링(sputtering)이나 플루오로 메탄(fluoromethanes) 플라즈마를 이용한 전처리(pretreatment)로서 포토레지스트 패턴을 강화하고자 하는 시도가 보고되고 있다.

<14> 그럼에도 불구하고, 포토레지스트 패턴의 변형을 억제하기 위한 보다 효과적이고 보다 용이한 방법이 요구된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, ArF 광원용 포토레지스트 패턴이 식각 과정 중에 원하지 않은 형태로 변형되어 패턴 형상에 불량을 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있는 방법을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<16> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 관점은, 포토레지스트 패턴에의 플라즈마 전처리를 포함하는 식각 방법을 제공한다.

<17> 상기 식각 방법은 포토레지스트 패턴을 도입하는 단계와, 불소를 포함하지 않고 탄소 래디컬(carbon radical)을 제공하는 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴을 플라즈마 처리하는 단계, 및 상기 플라즈마 처리된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<18> 상기 식각 방법은 포토레지스트 패턴을 도입하는 단계와, 불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴을 플라즈마 처리하

는 단계, 및 상기 플라즈마 처리된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<19> 상기 식각 방법은 포토레지스트 패턴을 도입하는 단계와, 불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴의 표면에 탄소를 구성되는 폴리머층(polymer layer)을 형성하는 단계, 및 상기 폴리머층이 형성된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<20> 상기 식각 방법은 에이알에프(ArF) 광원을 사용하는 광 리소그래피 과정으로 형성된 포토레지스트 패턴을 도입하는 단계와, 불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴의 표면을 플라즈마 처리하는 단계와, 상기 플라즈마 처리된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계, 및 상기 식각 후 잔류하는 포토레지스트 패턴을 애싱(ashing)으로 제거하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

<21> 이때, 상기 플라즈마는 일산화 탄소로부터 여기되거나, 이산화 탄소로부터 여기될 수 있다.

<22> 또한, 상기 식각 대상층은 실리콘 산화물층, 실리콘 질화물층, 실리콘 산질화물층 또는 유기 반사 방지 코팅층을 포함하여 형성될 수 있다.

<23> 상기 식각은 불소 래디컬을 함유하는 플라즈마를 이용하여 수행될 수 있다. 상기 식각은 플루오로카본(fluorocarbon) 가스로부터 여기된 플라즈마를 이용하여 수행될 수 있다.

- <24> 상기 식각은 상기 플라즈마 처리와 동일한 반응 챔버에서 진공 단절 없이 수행될 수 있다. 상기 식각은 상기 식각 대상층의 뒤 방향으로 알에프 바이어스(RF bias)를 인가하며 수행되고, 상기 플라즈마 처리는 상기 알에프 바이어스의 인가가 없거나 또는 상기 알에프 바이어보다 낮은 알에프 바이어스를 인가하며 수행될 수 있다.
- <25> 본 발명에 따르면, ArF 광원용 포토레지스트 패턴이 식각 과정 중에 원하지 않은 형태로 변형되어 패턴 형상에 불량을 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있는 방법을 제공할 수 있다.
- <26> 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다.
- <27> 본 발명의 실시예들에서는, 식각 대상층을 식각하는 과정을 수행하기 이전에 포토레지스트 패턴의 표면을 일산화 탄소 플라즈마로 전처리하여, 포토레지스트 패턴의 변형, 예컨대, 줄무늬 현상(striation) 또는 구불구불해지는 현상(wiggling)이 발생되고 전파(propagation)됨으로써 식각에 의해 형성되는 패턴 형상에 불량이 발생하는 것을 효과적으로 방지하는 바를 제시한다.
- <28> 일산화 탄소 플라즈마에 의한 포토레지스트 패턴의 전처리는, 포토레지스트 패턴 표면에 실질적으로 탄소(C)로 이루어지는 폴리머(polymer)층을 발생시키게 된다. 이와 같이 발생하는 폴리머층은, 특히, 포토레지스트 패턴의 측벽에 형성된 폴리머층 부분은 식각 대상층이 식각될

때, 포토레지스트 패턴이 변형되는 것을 억제하여 식각 대상층의 패터닝에 의해서 형성되는 패턴 형상에 불량이 발생하는 것을 억제하는 바를 제시한다.

- <29> 도 1 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 의한 포토레지스트 패턴에의 탄소 함유 폴리머 생성을 위한 플라즈마 전처리를 포함하는 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 도면들이다.
- <30> 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 식각 방법을 설명하기 위해서 공정 단계 순으로 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- <31> 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 의한 식각 방법은 광 리소그래피에 의해서 패터닝된 포토레지스트 패턴을 형성하고(110), 이러한 포토레지스트 패턴을 일산화 탄소(CO) 플라즈마로 전처리한 후(120), 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 대상층을 식각하여 패터닝한다(130). 이후에, 잔류 포토레지스트 패턴을 애싱(ashing) 등으로 제거한다(140). 이에 따라, 패터닝된 대상층을 구현할 수 있다.
- <32> 이때, 식각의 대상층은 예컨대 실리콘 산화물(SiO_2)층, 실리콘 질화물(Si_3N_4)층, 실리콘 산질화물(SiON)층 또는 유기 반사 방지 코팅(organic anti-refractive coating)층 일 수 있다. 또한, 식각에 의해서 패터닝된 형상은 라인 및 스페이스 패턴(line & space pattern)일 수 있고, 또한, 콘택홀(contact hole)을 가지는 패턴일 수 있다.
- <33> 포토레지스트 패턴을 위한 광 리소그래피 과정은 디자인 룰이 90nm급 이하로 감소되는데 부합되도록, 192nm 파장대의 광원인 ArF 광을 이용하는 것이 바람직하다. 이와 같이 ArF 광을 광 리소그래피 과정에서의 광원으로 이용함에 따라, 포토레지스트 패턴을 구성하는 포토레

지스트 물질은 이러한 ArF 광에 대해 반응할 수 있는 포토레지스트 물질, 즉, ArF 광원용 포토레지스트 물질인 것이 바람직하다.

<34> 이러한 ArF 광원용 포토레지스트 물질은 대상층을 식각하는 과정에 도입되는 에천트(etchant), 예컨대, 플루오로카본(fluorocarbon) 플라즈마에 상당히 취약하다고 알려져 있다. 실리콘 산화물 등을 식각하는 데 사용되는 식각 가스는 주로 CH_xF_y 또는 C_xF_y 와 같은 플루오로카본 가스들이다.

<35> 이러한 플루오로카본 가스는 주로 탄소(C)와 불소(F)의 결합(bonding), 즉, C-F의 결합 관계를 기본으로 구성되는 가스이다. 이러한 플루오로카본 가스가 플라즈마로 여기되면 탄소 래디컬(radical)과 불소 래디컬(radical)이 주로 발생되고 이러한 래디컬들의 반응 등에 의해서 대상물인 실리콘 산화물이 식각되게 된다. 그런데, ArF 광원용 포토레지스트 물질은 특히 불소 래디컬에 매우 취약하다고 알려져 있다. 즉, 불소 래디컬이 ArF 광원용 포토레지스트 물질을 침해(attack)하여 포토레지스트 패턴에 여러 변형을 일으킬 수 있고, 이러한 포토레지스트 패턴의 변형은 결국 대상층 패턴의 원하지 않는 형상 불량을 야기하게 된다.

<36> 본 발명의 실시예에서는 ArF 광원용 포토레지스트 물질로 구성된 이러한 포토레지스트 패턴의 변형을 방지하기 위해서, 플루오로카본(fluorocarbon) 플라즈마를 사용하는 주된 식각 과정을 수행하기 이전에 포토레지스트 패턴을 플라즈마 전처리하는 단계를 도입한다.

<37> 플라즈마 전처리 단계는 탄소를 제공할 수 있는 가스를 이용하는 플라즈마 처리 과정으로 수행될 수 있다. 즉, 탄소 래디컬을 제공하여 이러한 탄소 래디컬이 포토레지스트 패턴 표면에 폴리머층을 형성하도록 플라즈마 전처리 단계가 수행된다. 탄소를 제공하는 플라즈마를 위한 가스는 탄소 래디컬을 제공할 수 있는 탄소를 포함하는 가스이면 가능한 데, 이때, 탄소를 포함하되 불소를 포함하지 않는 가스인 것이 보다 바람직하다. 예를 들어, 일산화 탄소나



이산화 탄소와 같이 탄소와 산소의 결합, 즉, C-O 결합에 의해서 기본적으로 구성되는 가스가 이러한 탄소를 제공하는 플라즈마에 사용되는 것이 바람직하다.

<38> 만일, 이러한 탄소를 제공하는 가스에 불소가 함유되었다면, 이러한 가스가 플라즈마로 의 여기될 경우, 탄소 래디컬뿐만 아니라 불소 래디컬도 발생하게 된다. 이에 따라, 포토레지스트 패턴 표면에 발생하는 폴리머층에는 불소가 함유되게 된다. 이와 같이 되면, 후속되는 주된 식각 과정에서 발생하는 불소 래디컬이 폴리머에 함유된 불소를 매개로하여 포토레지스트 패턴을 보다 용이하게 침해할 가능성이 존재하게 된다. 이는 본 발명의 실시예에서 배제하고자 하는 원하지 않는 효과이므로, 탄소를 제공하는 플라즈마로 여기될 가스는 불소를 함유하고 있지 않는 것이 바람직하다.

<39> 이제까지 설명한 바와 같이 불소가 없는(fluorine free) 탄소를 함유하는 가스로부터 여겨진 플라즈마로부터 포토레지스트 패턴에 발생하는 폴리머는 실질적으로 탄소(C)로 구성되게 된다. 이와 같은 탄소 폴리머층은 후속되는 식각 과정에서 포토레지스트 패턴의 변형, 예컨대, 줄무늬 현상(striation) 또는 구불구불해지는 현상(wiggling)이 발생하는 것을 억제하고, 또한, 이러한 현상이 식각되고 있는 대상층 패턴으로 전파되는 것을 억제하게 된다. 특히, 포토레지스트 패턴의 측벽을 보호하는 탄소 폴리머층 부분은 이러한 원하지 않는 현상 또는 불량 발생을 억제하는 데 주된 역할을 하게 된다.

<40> 한편, 이와 같이 탄소 플라즈마 발생에서 함께 여기되는 산소 래디컬 등은 대부분 식각 반응 챔버로부터 배기에 의해서 제거되게 된다.

<41> 주된 식각 과정 후에 잔류되는 포토레지스트 패턴은 통상적인 애싱 과정, 예컨대, 산소 가스 또는 질소 가스 등을 포함하는 가스를 이용하는 애싱 과정으로 용이하게 제거된다. 이때, 폴리머층의 잔류 등은 발생되지 않는다. 이는 실제 발생되어 포토레지스트 패턴을 보호하는 폴

리머층이 앞서 설명한 바와 같이 실질적으로 탄소를 주된 성분으로하는 폴리머층으로 구성되므로, 이러한 애싱 과정에서 포토레지스트 패턴과 함께 애싱되어 제거되기 때문이다.

<42> 이제까지 설명한 바를 바탕으로 실제 식각 대상층을 식각하는 일련을 과정을 예를 들어 보다 구체적으로 설명한다.

<43> 도 2 내지 도 6은 본 발명의 실시예에 의한 식각 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.

<44> 도 2는 식각 대상층(200) 상에 포토레지스트 패턴(230)을 도포하고 광 리소그래피 과정으로 노광 과정을 수행하는 바를 나타낸다. 도 2를 참조하면, 식각 대상층(200)은 실리콘 산화물(SiO_2)층, 실리콘 질화물(Si_3N_4)층, 실리콘 산질화물(SiON)층 또는 유기 반사 방지 코팅(organic ARC)층 일 수 있다. 이와 같은 식각 대상층(200) 상에 포토레지스트층(230)을 도포한다. 이때, 포토레지스트층(230)과 식각 대상층(210) 사이의 계면에는 광 리소그래피 과정에 도움을 주기 위한 반사 방지 코팅층(도시되지 않음)이 도입될 수도 있다.

<45> 포토레지스트층(230)을 도입한 후, 광 리소그래피 과정을 따라 포토레지스트층(230)을 노광한다. 이때, 노광에 사용되는 광원으로 식각 또는 패터닝하여 형성하고자 하는 패턴의 선평, 또는 디자인 룰을 고려하여 ArF 광원을 도입한다. ArF 광원은 대략 192nm의 파장대의 광을 제공한다. 이러한 파장대의 광원은 디자인 룰이 90nm 또는 그 이하를 구현하는 데 필수적으로 인식되고 있다.

<46> 이러한 ArF 광원을 노광 광원으로 이용함으로써, 포토레지스트층(230) 또한 이러한 ArF 광원에 적합한 ArF 광원용 포토레지스트 물질로 구성되는 것이 바람직하다. 실질적으로 KrF 광

원용 포토레지스트 물질이나 DUV(Deep Ultra Violet) 광원용 포토레지스트 물질은 직접적으로 ArF 광원에 사용되기는 적절하지 못한 것으로 보고되고 있다.

<47> 도 3은 포토레지스트 패턴(230')을 형성하는 단계를 개략적으로 보여주는 도면이다. 도 3을 참조하면, 이와 같이 ArF 광원용 포토레지스트층(230)을 노광한 후, 현상 등을 통해서 포토레지스트 패턴(230')을 식각 대상층(210) 상에 형성한다. 이러한 포토레지스트 패턴(230')은 식각 대상층(210)이 라인 및 스페이스 패턴 또는 콘택홀을 가지는 패턴으로 패터닝되도록 유도하는 식각 마스크로 사용된다.

<48> 도 4는 포토레지스트 패턴(230')의 표면에 폴리머층(250)을 형성하는 단계를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 4를 참조하면, 포토레지스트 패턴(230')의 표면을 탄소 플라즈마로 처리하여 포토레지스트 패턴(230') 표면에 폴리머층(250)을 형성한다. 이때, 탄소 플라즈마는 앞서 설명한 바와 같이 불소가 없는 탄소를 제공할 수 있는 가스, 예컨대, 탄소와 산소의 결합을 주로하는 가스, 즉, 일산화 탄소 또는 이산화 탄소로부터 여기될 수 있다.

<49> 이와 같은 탄소 플라즈마에 의해서 발생하는 폴리머층(250)은 실질적으로 탄소를 주성분으로 하여 구성된다. 이에 따라, 탄소 플라즈마 처리는 포토레지스트 패턴(250)에 탄소를 증착하는 개념으로 이해될 수도 있다. 이때, 폴리머층(250)에 불소 등과 같이 포토레지스트 패턴(230'), 특히, ArF 광원용 포토레지스트 패턴(230')에 침해 요소로 작용할 수 있는 요인은 폴리머층(250)에 포함되지 않는다. 이는, 폴리머층(250)이 포토레지스트 패턴(230')을 보다 효과적으로 보호하는 역할을 하는 데 중요한 요소로 작용한다.

<50> 앞서 설명한 바와 같이 폴리머층(230')에 불소 등이 함유될 경우, 이러한 불소는 후속되는 주된 식각 과정에 사용되는 불소 플라즈마 또는 불소 래디컬이 포토레지스트 패턴(230')을 침해하는 경로 또는 매개로 이용될 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예에서와 같이 폴리머층

(250)을 형성할 때 불소의 함유를 배제할 경우, 즉, 일산화 탄소 플라즈마로 폴리머층(250)을 형성할 경우, 폴리머층(250)은 실질적으로 불소가 없는(fluorine free) 탄소를 주성분으로하여 이루어지게 된다. 이에 따라, 포토레지스트 패턴(230')을 폴리머층(250)이 보다 효과적으로 보호하는 것이 가능해진다.

<51> 이러한 폴리머층(250)과 함께 포토레지스트 패턴(230')에 의해서 노출되는 식각 대상층(210) 표면에도 탄소 플라즈마의 반응에 의해서 탄소층이 증착될 수도 있다. 그러나 이러한 탄소층은 후속되는 식각 과정에서 큰 영향을 미치지 않게 된다. 일반적으로 식각 대상층(210)을 식각하는 과정에는 에천트로 사용되는 플루오로카본 플라즈마 이외에도 아르곤 플라즈마 등이 함께 이용되는 데, 이러한 아르곤 플라즈마의 이온 폭격(ion bombardment) 효과에 의해서 이러한 탄소층은 용이하게 파괴되어 식각 과정에 큰 영향을 미치지 않게 된다.

<52> 도 5는 포토레지스트 패턴(230')을 마스크로 식각 대상층(210)을 선택적으로 식각하는 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 5를 참조하면, 포토레지스트 패턴(230')을 마스크로, 노출된 식각 대상층(210) 부분을 선택적으로 식각한다. 이때, 식각 과정은 플라즈마를 이용한 식각 과정으로 수행될 수 있고, 식각 대상층(210)이 형성된 웨이퍼(wafer)의 후단에 RF(Radio Frequency) 바이어스를 인가하여, 식각 특성을 제고하는 식각 방식으로 수행될 수도 있다.

<53> 이러한 식각 과정에서 사용되는 에천트는 플라즈마로 여기되어 실제 식각 과정에 참여하는 것으로, 플루오로카본 가스, 에컨대, CH_xF_y 또는 C_xF_y 와 같은 플루오로카본 가스를 포함할 수 있다. 이때, 플루오로카본 가스와 함께 아르곤 가스 등이 더 제공되어 플라즈마로 여기될 수 있다. 이러한 아르곤 가스는 식각 반응에 도움을 주기 위해서 도입된다.

- <54> 이러한 식각 과정에서 사용되는 플라즈마는 실질적으로 식각 대상층(210), 예컨대, 실리콘 산화물층에 불소 래디컬을 제공하여 불소 래디컬의 실리콘 산화물과의 반응에 의해서 휘발성 반응물을 생성함으로써 수행된다. 불소 래디컬은 실리콘 산화물과 반응하여 실리콘 산화물의 산소를 치환하게 되고, 치환에 의해 생성된 산소 래디컬은 불소 래디컬과 함께 플라즈마에 발생된 탄소 래디컬과 반응하여 일산화 탄소 또는 이산화 탄소를 전환되어 배기되게 된다.
- <55> 이때, 포토레지스트 패턴(230) 또한 일부 식각되게 된다. 그럼에도 불구하고, 포토레지스트 패턴(230)의 표면에 존재하는 탄소 폴리머층(250)에 의해서 포토레지스트 패턴(230)으로의 불소 래디컬의 침투 또는 반응, 침해는 억제 또는 방지될 수 있다. 특히, 포토레지스트 패턴(230')의 측벽 표면에 존재하는 폴리머층 부분(251)은 이러한 불소 래디컬이 포토레지스트 패턴(230')의 측벽으로 침투하여 포토레지스트 패턴(230')의 측벽에 변형을 유발하는 것을 방지하거나 억제하는 역할을 한다.
- <56> 물론, 이러한 폴리머층(250)은 식각 과정 중에 소모될 수 있고, 또한, 포토레지스트 패턴(230')의 상측 표면으로는 실제 포토레지스트 패턴(230')의 소모로 인해 그 두께가 줄어들게 된다. 그럼에도 불구하고, 포토레지스트 패턴(230')의 측벽을 덮는 탄소 폴리머층 부분(251)은 불소 래디컬 등과 같은 주된 식각에 사용되는 플라즈마로부터 포토레지스트 패턴(230')의 측벽을 보호하는 데 유효하다. 더욱이, 식각이 진행됨에 따라 발생하는 폴리머층(255)에 의해서 이러한 측벽 보호 효과는 보다 유효해진다. 이에 따라, 포토레지스트 패턴(230')의 측벽 부위의 변형은 억제되거나 방지될 수 있다.
- <57> 한편, 이러한 식각 대상층(210)에 대한 식각 과정은, 즉, 주된 식각 과정은 앞서의 폴리머층(250)을 형성하는 과정과 인 시튜(in-situ)로 수행될 수 있다. 다시 설명하면, 앞서의 탄

소 플라즈마를 이용하는 전처리 과정은, 식각 대상층(210)을 식각하기 위한 식각 장비의 반응 챔버에서 진공 단절(vacuum break)없이 연속적으로 수행될 수 있다.

<58> 이때, CO 가스 등으로부터 탄소 플라즈마를 형성하는 과정에서는, 상기한 RF 바이어스를 웨이퍼 뒤쪽에서 인가하는 것을 생략할 수 있다. 이는, 탄소 플라즈마에 의해서 발생하는 탄소를 주성분으로 하는 폴리머층(250)의 생성이 이러한 RF 바이어스가 생략될 경우 보다 유리하기 때문이다. 또는, 이러한 CO 플라즈마 전처리의 경우, 주된 식각 과정에서 인가되는 RF 바이어스에 비해 매우 낮은 RF 바이어스를 인가할 수도 있다. 예를 들어, 주된 식각 과정에서는 대략 1500W 정도의 RF 바이어스가 인가되었다면, CO 플라즈마 전처리에서는 대략 400W 정도의 낮은 RF 바이어스를 인가할 수 있다.

<59> 이와 같이 플라즈마 전처리 과정과 식각 과정을 인 시류로 수행할 때, 플라즈마 전처리 과정은 대략 2분 정도 수행될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 형성되는 폴리머층(250)의 두께는 이러한 플라즈마 전처리 과정의 수행 시간에 의존하므로, 공정에 따라 플라즈마 전처리 과정을 수행하는 시간 등의 조건은 변경될 수 있다.

<60> 만일, RF 바이어스를 플라즈마 전처리 과정에서도 웨이퍼의 후면에 인가할 경우, 이러한 수행 시간에 맞춰 RF 바이어스를 변화시키는 조작이 필요로 한다. 즉, 플라즈마 전처리 과정이 수행되는 동안, RF 바이어스의 인가는 생략되거나 아주 낮게 인가하다. 이후, 식각 과정이 수행될 때, RF 바이어스를 식각 과정에 요구되는 수준으로 높여 인가한다.

<61> 도 6은 포토레지스트 패턴(230')을 마스크로 식각 과정을 수행하여 대상층 패턴(210')을 형성하는 단계를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 6을 참조하면, 도 5에서와 설명한 바와 같이 식각 대상층(210)의 노출된 부분을 식각하여 대상층 패턴(210')을 형성한다. 이러한 대상

층 패턴(210')은 반도체 집적 회로 소자 제조에 요구되는 라인 및 스페이스 패턴이거나 또는 콘택홀을 가지는 패턴일 수 있다.

<62> 도 7은 잔류하는 포토레지스트 패턴(230')을 제거하는 단계를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 7을 참조하면, 잔류하는 포토레지스트 패턴(230')을 애싱 등으로 제거한다. 이러한 애싱은 산소 가스 또는 질소 가스를 사용하는 일반적인 포토레지스트 패턴 애싱 과정으로 수행될 수 있다. 폴리머층(250)은 앞서 설명한 바와 같이 주로 탄소로 이루어졌으므로, 이러한 애싱 과정에서 함께 용이하게 제거되어 대상층 패턴(210') 상에 잔존하지 않게 된다.

<63> 도 8a 내지 도 8b는 본 발명의 실시예에 의한 효과를 설명하는 주사 전자 현미경(SEM) 사진들이다.

<64> 도 8a는 광 리소그래피 과정 후에 형성된 포토레지스트 패턴에 대한 SEM 사진이다. 도 8b는 CO 플라즈마를 이용한 전처리를 수행하지 않고 상기한 포토레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 식각 과정을 수행한 후 형성된 식각 대상층, 즉, 실리콘 산화물층의 패터닝된 형태를 보여주는 SEM 사진이다. 도 8c는 상기한 포토레지스트 패턴에 CO 플라즈마를 이용하여 전처리를 수행한 후, 식각 대상층, 즉, 실리콘 산화물층에 대한 식각 과정을 수행한 경우 얻어진 식각 대상층 패턴의 SEM 사진이다.

<65> 도 8a를 바탕으로, 도 8b 및 도 8c를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 도 8c의 경우 식각 과정에 패턴 형상의 변형이 효과적으로 억제되었음을 알 수 있다.

<66> 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

【발명의 효과】

- <67> 상술한 본 발명에 따르면, ArF 광원용 포토레지스트 물질로 구성된 포토레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 대상층을 선택적으로 식각할 때, 바람직하게 CO 플라즈마를 이용한 포토레지스트 패턴에의 전처리를 통해, 포토레지스트 패턴의 내성을 강화할 수 있다. CO 플라즈마 처리에 의해서 포토레지스트 패턴 표면에 증착 또는 발생하는 탄소를 주성분으로 구성되는 폴리머층은, 식각 과정에 사용되는 에천트들로부터 포토레지스트 패턴이 침해되어 변형되는 것을 방지할 수 있다.
- <68> 특히, 식각 과정에 사용되는 에천트가 불소 래디컬을 함유할 때, 폴리머층은 불소를 함유하고 있지 않은 실질적인 탄소 폴리머층이어서, 불소 래디컬에 의한 포토레지스트 패턴의 측벽이 침해되어 변형되는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- <69> 이에 따라, 별도의 하드 마스크를 도입하지 않고서도 디자인 룰이 90nm급 또는 그 이하인 경우에도, 포토레지스트 패턴만을 식각 마스크로 도입하는 것이 가능해진다. 이는, 포토레지스트 패턴이 변형되어 식각으로 형성되는 대상층 패턴, 예컨대, 실리콘 산화물층 패턴이 애초 원하던 형상이 아닌 변형된 형상으로 형성되는 불량이 방지될 수 있는 데 기인한다.
- <70> 이와 같이 바람직하게 CO 플라즈마로 전처리를 수행할 경우, 별도의 추가 장비없이 기존의 식각 장비의 챔버에서 식각 과정과 함께 인 시투로 플라즈마 전처리 과정을 수행할 수 있는 유리한 점이 구현된다. 또한, 포토레지스트 패턴을 제거하는 애싱 과정에서, 실질적으로 탄소가 구성되는 폴리머층이 용이하게 함께 제거될 수 있는 유리한 점이 구현될 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

포토리지스트 패턴을 도입하는 단계;

탄소 래디컬(carbon radical)을 제공하는 플라즈마를 사용하여 상기 포토리지스트 패턴을 플라즈마 처리하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리된 포토리지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 플라즈마는 일산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 플라즈마는 이산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 식각 대상층은 실리콘 산화물층, 실리콘 질화물층, 실리콘 산질화물층 또는 유기 반사 방지 코팅층을 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 식각은 불소 래디컬을 함유하는 플라즈마를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 식각은 플루오로카본(fluorocarbon) 가스로부터 여기된 플라즈마를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 식각은 상기 플라즈마 처리와 동일한 반응 챔버에서 진공 단절 없이 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 식각은 상기 식각 대상층의 뒤 방향으로 알에프 바이어스(RF bias)를 인가하며 수행되고,

상기 플라즈마 처리는 상기 알에프 바이어스의 인가가 없거나 또는 상기 알에프 바이어보다 낮은 알에프 바이어스를 인가하며 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 9】

포토리소스트 패턴을 도입하는 단계;

불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴을 플라즈마 처리하는 단계; 및

상기 플라즈마 처리된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 플라즈마는 일산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 11】

제9항에 있어서,

상기 플라즈마는 이산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 12】

포토레지스트 패턴을 도입하는 단계;

불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴의 표면에 탄소로 구성되는 폴리머층(polymer layer)을 형성하는 단계; 및

상기 폴리머층이 형성된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 13】

제12항에 있어서,

상기 플라즈마는 일산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 14】

제12항에 있어서,

상기 플라즈마는 이산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 15】

에이알에프(ArF) 광원을 사용하는 광 리소그래피 과정으로 형성된 포토레지스트 패턴을 도입하는 단계;

불소가 함유되지 않고 탄소를 함유하는 가스로부터 여기된 플라즈마를 사용하여 상기 포토레지스트 패턴의 표면을 플라즈마 처리하는 단계;

상기 플라즈마 처리된 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 이용하여 식각 대상층의 선택적인 식각을 수행하는 단계; 및

상기 식각 후 잔류하는 포토레지스트 패턴을 애싱(ashing)으로 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 16】

제15항에 있어서,

상기 플라즈마는 일산화 탄소로부터 여기되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 17】

제15항에 있어서,

상기 식각 대상층은 실리콘 산화물층, 실리콘 질화물층, 실리콘 산질화물층 또는 유기 반사 방지 코팅층을 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 18】

제15항에 있어서,

상기 식각은 플루오로카본 가스로부터 여기된 플라즈마를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 19】

제15항에 있어서,

상기 식각은 상기 플라즈마 처리와 동일한 반응 챔버에서 진공 단절 없이 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【청구항 20】

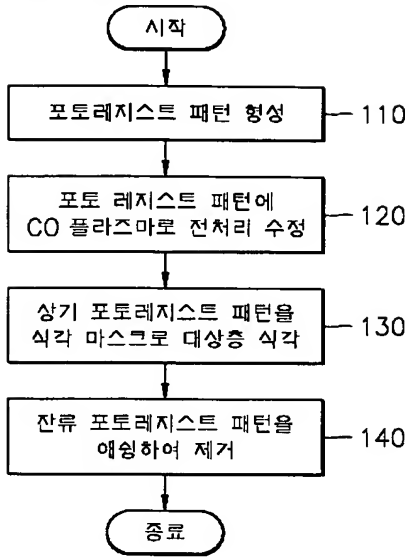
제19항에 있어서,

상기 식각은 상기 식각 대상층의 뒤 방향으로 알에프 바이어스(RF bias)를 인가하며 수행되고,

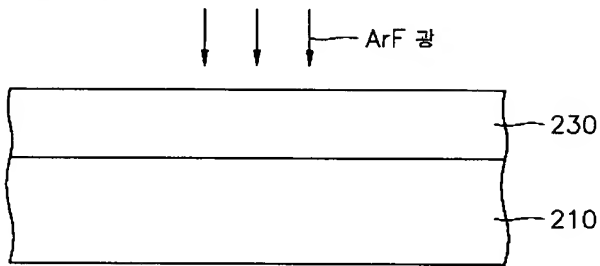
상기 플라즈마 처리는 상기 알에프 바이어스의 인가가 없거나 또는 상기 알에프 바이어보다 낮은 알에프 바이어스를 인가하며 수행되는 것을 특징으로 하는 식각 방법.

【도면】

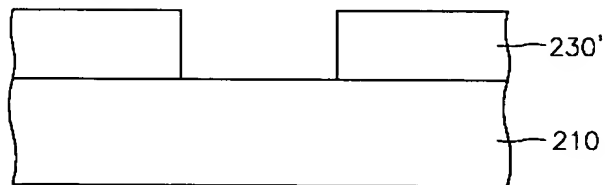
【도 1】



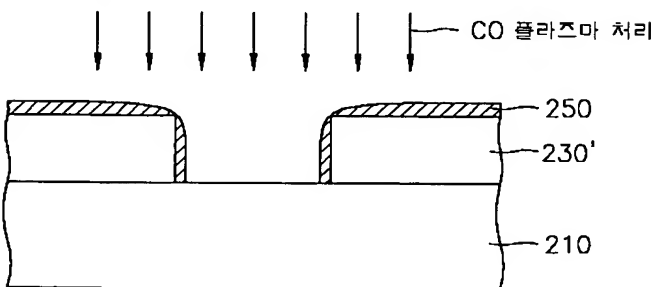
【도 2】



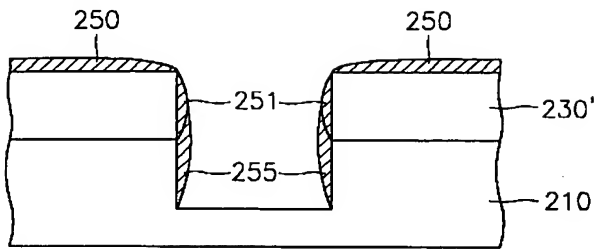
【도 3】



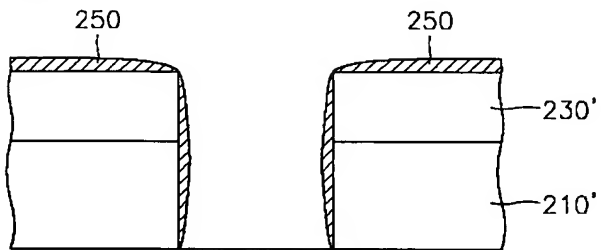
【도 4】



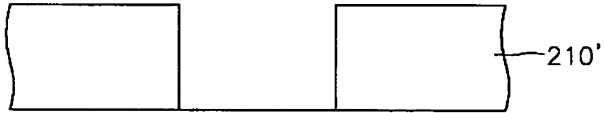
【도 5】



【도 6】



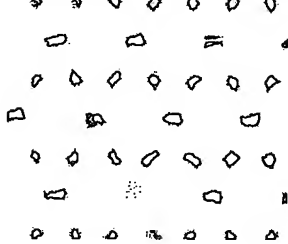
【도 7】



【도 8a】



【도 8b】





1020030044543

출력 일자: 2003/12/4

【도 8c】

